

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-236313

(43)Date of publication of application : 19.08.2004

(51)Int.Cl.

H03M 13/19
G06F 11/10
H03M 13/09

BEST AVAILABLE COPY

(21)Application number : 2004-014595

(71)Applicant : SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD

(22)Date of filing : 22.01.2004

(72)Inventor : KIM KI-HYUN
HAN SUNG-HYU
PARK IN-SIK
LEE YOON-WOO

(30)Priority

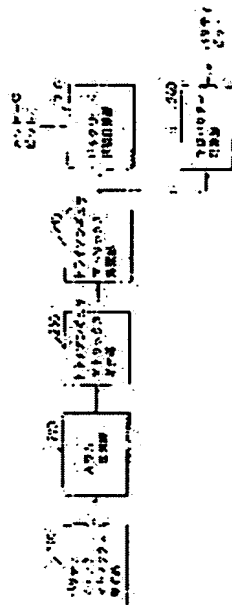
Priority number : 2003 200305927 Priority date : 29.01.2003 Priority country : KR

(54) METHOD AND APPARATUS FOR CREATING PARITY INFORMATION USING MATRIX FOR CREATING LOW-DENSITY ADDITIONAL INFORMATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an error correcting method and its apparatus using a matrix for creating low-density additional information.

SOLUTION: In the parity information creation method using a parity check matrix H with a message word length (m), a code word length (c) and a parity length (p), columns are re-aligned with one position included in the columns of the parity check matrix as a reference to generate a reordered parity check matrix H', so that an intersection I of a diagonal line L2 of a matrix portion Mp corresponding to parity information in the parity check matrix H and a reordered diagonal line L1 first passing 1 in the reordered parity check matrix is searched and the position of 1 included in rows present in an upper portion of a horizontal line L3 through the intersection I is used for the column exchange of the reordered parity check matrix, thereby generating a triangular matrix T (b), and the triangular matrix and message words are used to calculate the parity information, thereby efficiently calculating the additional information in encoding using LDPC and also decreasing computational complexity (c).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.01.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-236313

(P2004-236313A)

(43) 公開日 平成16年8月19日(2004. 8. 19)

(51) Int.Cl.⁷H03M 13/19
G06F 11/10
H03M 13/09

F I

H03M 13/19
G06F 11/10
H03M 13/09

330S

テーマコード(参考)

5B001
5J065

審査請求 有 請求項の数 20 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2004-14595 (P2004-14595)
 (22) 出願日 平成16年1月22日(2004. 1. 22)
 (31) 優先権主張番号 2003-005927
 (32) 優先日 平成15年1月29日(2003. 1. 29)
 (33) 優先権主張国 韓国(KR)

(71) 出願人 390019839
 三星電子株式会社
 大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞 4 1 6
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (72) 発明者 金 基 鉉
 大韓民国京畿道城南市盆唐区九美洞 2 1 1
 番地 ムジゲマウル大林アパート 1 0 3 棟
 1 1 0 3 号

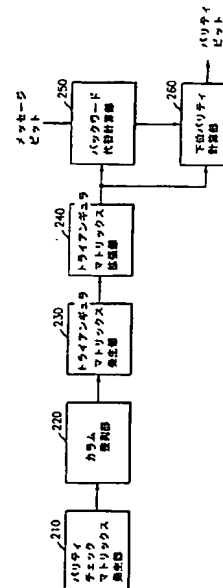
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低密度付加情報発生用マトリックスを用いたパリティ情報生成方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 低密度付加情報発生用マトリックスを用いたエラー訂正方法及びその装置を提供する。

【解決手段】 メッセージワード長 m 、コードワード長 c 、及びパリティ長が p であるパリティチェックマトリックス H を用いるパリティ情報発生方法において、パリティチェックマトリックスのカラム内に含まれた1の位置を基準に前記カラムを再整列することによって再整列パリティチェックマトリックス H' を生成し、(b)前記パリティチェックマトリックス H のうちパリティ情報に対応するマトリックス部分 M_p の対角ライン L_2 と再整列パリティチェックマトリックスの最初1を通る再整列対角ライン L_1 との交差点 I を探し、前記交差点 I を通る水平ライン L_3 の上部に存在するローに含まれた1の位置を用いて再整列パリティチェックマトリックスをカラム交換することによってトライアングュラマトリックス T を発生させ、(c)トライアングュラマトリックスと前記メッセージワードとを用いてパリティ情報を計算することによって、LDPCを用いた符号化時に付加情報を効率よく計算しかつ計算量も減少させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

メッセージワード長 m 、コードワード長 c 、及びパリティ長が p であるパリティチェックマトリックス H を用いるパリティ情報発生方法において、

(a) 前記パリティチェックマトリックスのカラム内に含まれた 1 の位置を基準に前記カラムを再整列することによって再整列パリティチェックマトリックス H' を生成する段階と、

(b) 前記パリティチェックマトリックス H のうちパリティ情報に対応するマトリックス部分 M_p の対角ライン L_2 と再整列パリティチェックマトリックスの最上位 1 を通る再整列対角ライン L_1 との交差点 I を探し、前記交差点 I を通る水平ライン L_3 の上部に存在するローに含まれた 1 の位置を用いて前記再整列パリティチェックマトリックスをカラム交換することによってトライアングュラマトリックス T を発生させる段階と、

(c) 前記トライアングュラマトリックスと前記メッセージワードとを用いてパリティ情報を計算する段階と、

(d) 式 $HX = 0$ を用いて従来の方法によって前記段階 (C) で計算されていない残りのパリティ情報を計算する段階とを含み、ここで X はコードワードマトリックスを示す方法。

【請求項 2】

前記 (a) 段階は、

前記パリティチェックマトリックス内の各カラム内の最上端の 1 の位置を抽出する段階と、

前記最上端の 1 の位置が高いものから前記パリティチェックマトリックスの左側に位置すべく前記各カラムを再整列する段階とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のパリティ情報発生方法。

【請求項 3】

前記 (b) 段階は、

前記水平ライン L_3 の上部に対し、前記再整列パリティチェックマトリックスのメッセージマトリックス部分 M_m の各カラムを前記再整列パリティチェックマトリックスのパリティマトリックス部分 M_p の各カラムと左側から交換する段階を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のパリティ情報発生方法。

【請求項 4】

前記 (c) 段階はバックワード代替計算法により行われることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記 (d) 段階はガウスエリミネーション演算方法により行われることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

メッセージワード長 m 、コードワード長 c 、及びパリティ長が p であるパリティチェックマトリックス H を用いるパリティ情報発生方法において、

(a) 前記パリティチェックマトリックスのカラム内に含まれた 1 の位置を基準に前記カラムを再整列することによって再整列パリティチェックマトリックス H' を生成する段階と、

(b) 前記パリティチェックマトリックス H のうちパリティ情報に対応するマトリックス部分 M_p の対角ライン L_2 と再整列パリティチェックマトリックスの最上位 1 を通る再整列対角ライン L_1 との交差点 I を探し、前記交差点 I を通る水平ライン L_3 の上部に存在するローに含まれた 1 の位置に基づいて前記再整列パリティチェックマトリックスをカラム交換することによってトライアングュラマトリックス T を発生させる段階と、

(c) 前記水平ライン L_3 の下部に存在するローに対し、前記ローに存在する 1 の位置に基づいてロー交換及びカラム交換を行うことによって拡張されたトライアングュラマトリックスを生成する段階と、

10

20

30

40

50

(d) 前記拡張されたトライアングュラマトリックス及び前記メッセージワードを用いてパリティ情報を計算する段階とを含む方法。

【請求項 7】

前記 (c) 段階は、

(c 1) 前記水平ライン L_3 の下部に存在するローに対し、前記ロー内の右側から 2 番目の 1 の位置が、前記再整列パリティチェックマトリックスのパリティマトリックス部分 M_p の対角ライン L_2 より左側にあるローが存在するか否かを検査する段階と、

(c 2) 前記ローが存在する場合、前記ローを前記水平ライン L_3 の下部のローのうち最上位ローとロー交換する段階と、

(c 3) 前記新しい最上位ロー内に含まれた 1 のうち前記対角ライン L_2 より右側に存在する 1 を含む第 1 カラムを、前記新しい最上位ロー内に含まれた 1 のうち前記対角ライン L_2 の最も隣接した左側に存在する第 2 カラムとカラム交換する段階とを含むことを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

10

【請求項 8】

前記 (c) 段階では対角ライン L_2 に沿ってロー及びカラム交換を行い続けて最後から 2 番目の 1 の位置が現在処理しようとする対角マトリックスより小さなローが存在しないまで繰り返して行うことを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記 (d) 段階は、

(d 1) 前記拡張されたトライアングュラマトリックスと前記メッセージワードを用いてバックワード代替演算を行うことによって一部のパリティ情報を生成する段階を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

20

【請求項 10】

前記 (d 1) 段階は、バックワード代替計算法を用いて行われることを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記 (d) 段階は、

(d 2) 前記 (d 1) 段階で生成されていない前記パリティチェックマトリックスの部分に対し、ガウスエリミネーション方法を用いて残りのパリティ情報を計算する段階をさらに含む請求項 5 に記載の方法。

30

【請求項 12】

メッセージワード長 m 、コードワード長 c 、及びパリティ長が p であるパリティチェックマトリックス H を用いるパリティ情報発生装置において、

(a) 前記パリティチェックマトリックスのカラム内に含まれた 1 の位置を基準に前記カラムを再整列することによって再整列パリティチェックマトリックス H' を生成する手段と、

(b) 前記パリティチェックマトリックス H のうちパリティ情報に対応するマトリックス部分 M_p の対角ライン L_2 と再整列パリティチェックマトリックスの最上位 1 を通る再整列対角ライン L_1 の交差点 I を探し、前記交差点 I を取る水平ライン L_3 の上部に存在するローに含まれた 1 の位置を用いて前記再整列パリティチェックマトリックスをカラム交換することによってトライアングュラマトリックス T を発生させる手段と、

40

(c) 前記トライアングュラマトリックスと前記メッセージワードとを用いてパリティ情報を計算する手段と、

(d) 式 $HX = 0$ を用いて従来の方法によって前記 (c) 手段により生成されていない残りのパリティ情報を生成する手段とを含む装置。

【請求項 13】

前記 (a) 手段は、

前記パリティチェックマトリックス内の各カラム内の最上端の 1 の位置を抽出する手段と、

前記最上端の 1 の位置が高いものから前記パリティチェックマトリックスの左側に位置

50

すべく前記各カラムを再整列する手段とを含むことを特徴とする請求項 1 2 に記載の装置。

【請求項 1 4】

前記 (b) 手段は、

前記水平ライン L 3 の上部に対し、前記再整列パリティチェックマトリックスのメッセージマトリックス部分 M_m の各カラムを前記再整列パリティチェックマトリックスのパリティマトリックス部分 M_p の各カラムと左側から交換する手段を含むことを特徴とする請求項 1 2 に記載の装置。

【請求項 1 5】

前記 (c) 手段は、バックワード代替計算法を用いてパリティ情報を生成することを特徴とする請求項 1 2 に記載の装置。

【請求項 1 6】

前記 (d) 手段は、ガウスエリミネーション演算方法を用いてパリティ情報を生成することを特徴とする請求項 1 2 に記載の装置。

【請求項 1 7】

メッセージワード長 m、コードワード長 c、及びパリティ長が p であるパリティチェックマトリックス H を用いるパリティ情報発生手段において、

(a) 前記パリティチェックマトリックスのカラム内に含まれた 1 の位置を基準に前記カラムを再整列することによって再整列パリティチェックマトリックス H' を生成する手段と、

(b) 前記パリティチェックマトリックス H のうちパリティ情報に対応するマトリックス部分 M_p の対角ライン L 2 と再整列パリティチェックマトリックスの最初 1 を通る再整列対角ライン L 1 の交差点 I を探し、前記交差点 I を通る水平ライン L 3 の上部に存在するローに含まれた 1 の位置を用いて前記再整列パリティチェックマトリックスをカラム交換することによってトライアングュラマトリックス T を発生させる手段と、

(c) 前記水平ライン L 3 の下部に存在するローに対し、前記ローに存在する 1 の位置に基づいてロー交換及びカラム交換を行うことによって拡張されたトライアングュラマトリックスを生成する手段と、

(d) 前記拡張されたトライアングュラマトリックス及び前記メッセージワードを用いてパリティ情報を計算する手段とを含む装置。

【請求項 1 8】

前記 (c) 手段は、

(c 1) 前記水平ライン L 3 の下部に存在するローに対し、前記ロー内の右側から 2 番目の 1 の位置が前記再整列パリティチェックマトリックスのパリティマトリックス部分 M_p の対角ライン L 2 より左側にあるローが存在するか否かを検査する手段と、

(c 2) 前記ローが存在する場合、前記ローを前記水平ライン L 3 の下部のローのうち最上位ローとロー交換する手段と、

(c 3) 前記新しい最上位ロー内に含まれた 1 のうち前記対角ライン L 2 より右側に存在する 1 を含む第 1 カラムを、前記新しい最上位ロー内に含まれた 1 のうち前記対角ライン L 2 の最も隣接した左側に存在する第 2 カラムとカラム交換する手段とを含むことを特徴とする請求項 1 7 に記載の装置。

【請求項 1 9】

前記 (d) 手段は、

(d 1) 前記拡張されたトライアングュラマトリックスと前記メッセージワードとを用いてバックワード代替演算を行うことによって一部パリティ情報を生成する手段を含むことを特徴とする請求項 1 7 に記載の装置。

【請求項 2 0】

前記 (d) 手段は、

(d 2) 前記拡張されたトライアングュラマトリックスを除いた前記パリティチェックマトリックスの部分に対し、ガウスエリミネーション方法を用いて残りのパリティ情報を

10

20

30

40

50

計算する手段をさらに含む請求項 17 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はエラー訂正及び信号検出分野に係り、特に低密度付加情報発生用のマトリックスを用いたエラー訂正方法及びその装置に関する。

【背景技術】

【0002】

エラー訂正のために使用するコードのうち LDPC (Low Density Parity check Code) を用いた符号化方法で付加情報を発生させるためにローとカラムとに一定数の 1 を含むパリティチェックコードを形成し、これを用いて付加情報を発生させる。すなわち、カラムとローとに一定数の 1 を含むマトリックスを形成し、これをパリティチェックマトリックス H に置き、“ $Hx = 0$ ” になるコードワードを発生させる。この際、 x は元のデータと付加情報とが連結されている。このような計算を行うためにパリティチェックマトリックス H をガウスエリミネーションを用いてジェネレーターマトリックス G に変換するか、下位トライアングュラ形態に変換してパリティ計算を行う。

【0003】

ジェネレーターマトリックス G は本来マトリックスのスパースネス (sparseness) が喪失されて計算量が多くなる短所があり、下位トライアングュラ形態も計算過程が複雑な短所があった。

【0004】

すなわち、従来のパリティチェックマトリックス H は図 1 に示された通りであり、“ $Hx = 0$ ” になるコードワードを発生させるための下位トライアングュラ形態の計算は次の式 (1) のようであり、その計算過程が複雑であることが分かる。

【0005】

【数 1】

$$\begin{bmatrix} I & 0 \\ -ET^{-1} & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A & B & T \\ C & D & E \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B & T \\ -ET^{-1}A+C & -ET^{-1}B+D & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

パリティ情報を生成するための式 $HX = 0$ は上の式 (1) により 2 つの式に分離される。1 つは $As^T + Bp_1^T + Tp_2^T = 0$ であり、ここで s は元のデータ部分を示し、結合因子 p_1 、 p_2 はパリティデータ部分を示す。さらに他の 1 つは $(-ET^{-1}A+C)s + (-ET^{-1}B+D)p = 0$ であり、ここで、LDPC 基本概念は、非特許文献 1 に開示されており、H matrix に対する技術は非特許文献 2 に開示されている。

【特許文献 1】米国特許第 6, 405, 343 号

【非特許文献 1】D. J. MacKay, "Good error-correction codes based on very sparse matrices," IEEE Trans. on Information Theory, vol. 45, no. 2, pp. 399-431, 1999

【非特許文献 2】T. Richardson, R. Urbanke, "Efficient encoding of low density parity check codes," IEEE Trans. on Information theory, v

10

20

30

40

50

ol. 47, no. 2, pp. 638-656, 2001

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

したがって、本発明の目的は、低密度付加情報発生用マトリックスを用いたエラー訂正方法及びその装置を提供するところにある。

【0007】

本発明の他の目的は、LDPCの符号化時に付加情報を効率的に計算するための低密度付加情報発生用のマトリックスを用いるエラー訂正方法及びその装置を提供するところにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前述した課題を解決するために本発明は、メッセージワード長 m 、コードワード長 c 、及びパリティ長が p であるパリティチェックマトリックス H を用いるパリティ情報発生方法において、(a)前記パリティチェックマトリックスのカラム内に含まれた1の位置を基準に前記カラムを再整列することによって再整列パリティチェックマトリックス H' を生成する段階と、(b)前記パリティチェックマトリックス H のうちパリティ情報に対応するマトリックス部分 M_p の対角ライン L_2 と再整列パリティチェックマトリックスの最初1を通る再整列対角ライン L_1 との交差点 I を探し、前記交差点 I を通る水平ライン L_3 の上部に存在するローに含まれた1の位置を用いて前記再整列パリティチェックマトリックスをカラム交換することによってトライアングュラマトリックス T を発生させる段階と、(c)前記トライアングュラマトリックスと前記メッセージワードとを用いてパリティ情報を計算する段階とを含む。

【0009】

また本発明は、メッセージワード長 m 、コードワード長 c 、及びパリティ長が p であるパリティチェックマトリックス H を用いてパリティ情報発生方法において、(a)前記パリティチェックマトリックスのカラム内に含まれた1の位置を基準に前記カラムを再整列することによって再整列パリティチェックマトリックス H' を生成する段階と、(b)前記パリティチェックマトリックス H のうちパリティ情報に対応するマトリックス部分 M_p の対角ライン L_2 と再整列パリティチェックマトリックスの最初1を通る再整列対角ライン L_1 との交差点 I を探し、前記交差点 I を通る水平ライン L_3 上部に存在するローに含まれた1の位置を用いて前記再整列パリティチェックマトリックスをカラム交換することによってトライアングュラマトリックス T を発生させる段階と、(c)前記水平ライン L_3 の下部に存在するローに対し、前記ローに存在する1の位置に基づいてロー交換及びカラム交換を行うことによって拡張されたトライアングュラマトリックスを生成する段階と、(d)前記拡張されたトライアングュラマトリックス及び前記メッセージワードを用いてパリティ情報を計算する段階とを含む。

【0010】

また本発明は、メッセージワード長 m 、コードワード長 c 、及びパリティ長が p であるパリティチェックマトリックス H を用いるパリティ情報発生装置において、(a)前記パリティチェックマトリックスのカラム内に含まれた1の位置を基準に前記カラムを再整列することによって再整列パリティチェックマトリックス H' を生成する手段と、(b)前記パリティチェックマトリックス H のうちパリティ情報に対応するマトリックス部分 M_p の対角ライン L_2 と再整列パリティチェックマトリックスの最初1を通る再整列対角ライン L_1 との交差点 I を探し、前記交差点 I を通る水平ライン L_3 の上部に存在するローに含まれた1の位置を用いて前記再整列パリティチェックマトリックスをカラム交換することによってトライアングュラマトリックス T を発生させる手段と、(c)前記トライアングュラマトリックスと前記メッセージワードを用いてパリティ情報を計算する段階とを含む。

【0011】

10

20

30

40

50

また本発明は、メッセージワード長 m 、コードワード長 c 、及びパリティ長が p のパリティチェックマトリックス H を用いてパリティ情報発生手段において、(a) 前記パリティチェックマトリックスのカラム内に含まれた 1 の位置を基準に前記カラムを再整列することによって再整列パリティチェックマトリックス H' を生成する手段と、(b) 前記パリティチェックマトリックス H のうちパリティ情報に対応するマトリックス部分 M_p の対角ライン L_2 と再整列パリティチェックマトリックスの最初 1 を通る再整列対角ライン L_1 の交差点 I を探し、前記交差点 I を通る水平ライン L_3 の上部に存在するローに含まれた 1 の位置を用いて前記再整列パリティチェックマトリックスをカラム交換することによってトライアングュラマトリックス T を発生させる手段と、(c) 前記水平ライン L_3 の下部に存在するローに対し、前記ローに存在する 1 の位置に基づいてロー交換及びカラム交換を行うことによって拡張されたトライアングュラマトリックスを生成する手段と、(d) 前記拡張されたトライアングュラマトリックス及び前記メッセージワードを用いてパリティ情報を計算する手段とを含む。

10

【発明の効果】

【0012】

本発明は、LDPC のエンコーダ具現のためのパリティチェックマトリックスを用いて付加情報を発生させる方法で演算量をさらに減少できてパリティ情報をさらに効率的に計算できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

20

以下、添付された図面を参照して本発明の望ましい実施例を説明する。

【0014】

本発明において、パリティチェックマトリックスに加える変形はカラムまたはローの交換に限定される。カラムまたはローの交換は、カラムまたはローが全体的に変わってもパリティチェックマトリックスを用いた方程式で相互独立的な方程式が可能なので、パリティ情報の生成に影響を及ぼさないからである。

【0015】

図 2 は、本発明による低密度付加情報発生用のマトリックスを用いたエラー訂正装置の一実施例に係るブロック図である。本発明に係るエラー訂正装置は、パリティチェックマトリックス発生部 210、カラム再整列部 220、トライアングュラマトリックス発生部 230、トライアングュラマトリックス拡張部 240、バックワード代替計算部 250 及び下位パリティ計算部 260 を含む。以下、前述したエラー訂正装置の動作を図 3 A ないし図 3 C、及び図 4 を結び付けて説明する。

30

【0016】

図 2 を参照すれば、パリティチェックマトリックス発生部 210 はコードワード長 c を有し、その数はパリティ情報長 p と同じロー、及びパリティ情報長 p の長さを有し、その数はコードワード長 c と同じカラムを有するパリティチェックマトリックス H を生成する。パリティチェックマトリックス H はその構成要素として 0 または 1 を有し、この際 1 の数は 0 の数に比べて非常に少ない。

【0017】

40

図 3 A は、カラム再整列部により生成された再整列パリティチェックマトリックス H' を示す図である。

【0018】

カラム再整列部 220 は各カラム内の最上端の 1 の位置の高い順にパリティチェックマトリックス H 内のカラムを再整列することによって再整列パリティチェックマトリックス H' を生成する。言い換えれば、パリティチェックマトリックス内の各カラム内の最上端の 1 の位置が高いカラムであるほどパリティチェックマトリックス内で最も左側に位置するようにカラムを相互交換することによってカラムを再整列する。図 3 において濃い点線 L_1 は各カラム内の最上端 1 を連結した「再整列対角ライン」を示す。

【0019】

50

図 3 B は、再整列パリティチェックマトリックス H' 内のパリティ対角ラインを示す図である。再整列パリティチェックマトリックス H' はメッセージワード長を横長として有するメッセージマトリックス部分 M_m 及びパリティ長を横長として有するパリティマトリックス部分 M_p とに分割されうる。この際、パリティマトリックス部分 M_p の対角ライン L_2 はパリティマトリックス部分 M_p の対角元素を連結したラインを示す。

【 0 0 2 0 】

図 3 C は、トライアングュラマトリックス発生部によるカラム交換過程を示す図である。

【 0 0 2 1 】

濃い実線 L_1 は再整列対角ラインであり、濃い実線 L_2 はパリティマトリックス部分 M_p の対角ラインであり、交差点 I はライン L_1 と L_2 との交差点である。点線 L_3 は交差点 I を通る水平ラインである。

【 0 0 2 2 】

トライアングュラマトリックス発生部 2 3 0 は再整列パリティチェックマトリックス H' 内のカラムを交換することによって図 4 A に現れたトライアングュラマトリックス T を生成する。この際、カラムの交換はメッセージマトリックス部分 M_m の最も左側にあるカラムとパリティマトリックス部分の最も左側にあるカラム間に行われる。すなわち、 C_1 と C_x 間にカラム交換が行われ、その後 C_2 と C_{x-1} 間にカラム交換が行われ、以降同様に交換工程が続けられる。

【 0 0 2 3 】

図 4 A は、生成されたトライアングュラマトリックス T を含むパリティチェックマトリックスを示す図である。トライアングュラマトリックス T の右側上部は全て 0 が分布し、 p 個のカラムのうちカラム交換された k 個のカラムを除いた残りのカラムを含むパリティマトリックス部分 M_p は水平ライン L_3 を基準に上部には全て 0 を含み、下部には 0 及び 1 が含まれたマトリックス部分 C を含む。

【 0 0 2 4 】

トライアングュラマトリックス拡張部 2 4 0 は複数のロー交換及びカラム交換を順次に行うことによって対角化されていないパリティチェックマトリックス部分 C を最大限対角化する。

【 0 0 2 5 】

図 4 B 及び図 4 C は、トライアングュラマトリックス拡張部によりロー交換及びカラム交換を行う過程を示す図である。

【 0 0 2 6 】

まず、水平ライン L_3 下のあらゆるローのうち、各ロー内に含まれた 1 のうち右側から 2 番目にある 1 が対角ライン L_2 の左側に位置するローを抽出する。図 4 B でロー R_3 がこのような条件を満たすローのうち 1 つを示す。次いで、抽出されたロー R_3 を水平ライン L_3 の下位のローのうち最上位にあるロー R_1 と交換する。もし、各ロー内に含まれた 1 のうち右側から 2 番目にある 1 が対角ライン L_2 の左側に位置するロー、例えば R_3 が存在しなければ、トライアングュラマトリックス拡張部過程を終了する。

【 0 0 2 7 】

次いで、図 4 C に示されたように、ロー R_3 に含まれた 1 のうち対角ライン L_2 の右側に存在する 1 を含むカラム C_q を、抽出したロー R_3 の構成成分のうち L_2 の左側に位置する 1 を含むカラム C_p と交換する。もし、 R_3 の構成成分のうち L_2 の左側に位置する 1 を含むカラム C_p が存在しなければ m カラム交換をそれ以上行わず、トライアングュラ拡張過程を終了する。

【 0 0 2 8 】

各ローに含まれた 2 番目の 1 の位置が、対角ライン L_2 より左側に位置するローが存在しなくなるまで、ロー及びカラム交換過程は反復される。このような反復により、図 4 に示されたように C マトリックス領域ができるだけ小さくなるように下位トライアングュラ領域が拡張される。

10

20

30

40

50

【0029】

図4Dは、トライアングュラマトリックス拡張部により拡張されたトライアングュラマトリックスの一部を示したものである。図4B及び4Cの実施例で1つのカラムだけが交換が行われたので、トライアングュラマトリックスTの拡張された部分は横方向及び縦方向に1ビットだけが拡張された部分であることが分かる。

【0030】

バックワード代替計算部250はトライアングュラマトリックス拡張部240から発生したトライアングュラマトリックス領域とメッセージビットを用いてバックワード代替計算を行うことによってパリティ情報を演算する。この計算は、次の式(2)のように示し、全体パリティビットのうちk個のパリティビット値を求められる。

10

【0031】

【数2】

$$P_i = -\sum_{j=1}^{n-m} H_{i,j} S_j - \sum_{j=1}^{l-1} H_{i,j+n-m} P_j \quad (2)$$

下位パリティ計算部260はガウスエリミネーション演算方法または式(1)で表示された既存の方法により対角化されていない部分に対応するパリティビットの値を計算する。これはパリティビットp個のうち、バックワード代替計算部250で求めたk個を除いたパリティビット値はトライアングュラマトリックス拡張部240によりトライアングュラマトリックスに作られていない部分、すなわち、図4Aに示されたCマトリックスは既存のHマトリックスの縮小された形態であるからである。

20

【0032】

図5は、本発明による低密度付加情報発生用マトリックスを用いたエラー訂正方法の一実施例に係るフローチャートであって、図2を結び付けて説明する。

【0033】

パリティチェックマトリックス発生部210はコードワード長cを有し、その数はパリティ情報長pと同じロー、及びパリティ情報長pの長さを有し、その数はコードワード長cと同じカラムを有するパリティチェックマトリックスHを生成する(段階501)。

30

【0034】

カラム再整列部220は、各カラム内の最上端の1の位置が高い順にパリティチェックマトリックスH内のカラムを再整列することによって再整列パリティチェックマトリックスH'を生成する(段階502)。

【0035】

トライアングュラマトリックス発生部230は再整列対角ラインL1とパリティマトリックス部分の対角ラインL2との交差点Iを探す(段階503)。

【0036】

交差点Iを通る水平ラインL3の上部にあらゆるローに存在する1の位置を用いて再整列パリティチェックマトリックスH'内のカラムを交換することによってトライアングュラマトリックスTを生成する(段階504)。この際、カラムの交換はメッセージマトリックス部分Mmの最も左側にあるカラムとパリティマトリックス部分の最も左側にあるカラム間で行われる。すなわち、C₁とC_x間にカラム交換が行われ、その後C₂とC_{x-1}間にカラム交換が行われ、以降同様に交換工程が続けられる。

40

【0037】

水平ラインL3以下に存在するローのうち、各ロー内で右側から2番目に存在する1が対角ラインL2より左側に存在するローが存在するか否かを判断する(段階505)。

【0038】

50

もし、存在するならば、トライアングュラマトリックス拡張部 240 は複数のロー交換及びカラム交換を順次に行うことによって対角化されていないパリティチェックマトリックス部分 C を最大限対角化する（段階 506 及び 507）。

【0039】

まず、水平ライン L3 下の全てのローのうち、各ロー内に含まれた 1 のうち右側から 2 番目にある 1 が対角ライン L2 の左側に位置するローを抽出する。その後、抽出されたロー R3 を水平ライン L3 の下位のローのうち最も上位にあるロー R1 と交換する（段階 506）。

【0040】

次いで、ロー R3 に含まれた 1 のうち対角ライン L2 の右側に存在する 1 を含むカラム Cq を、抽出したロー R3 の構成成分のうち L2 の左側に位置する 0 を含むカラム Cp と交換する（段階 507）。

10

【0041】

このような方法でロー及びカラム交換を行い続ける段階（508）。

【0042】

段階 501 ないし 508 でトライアングュラマトリックスを有するパリティチェックマトリックスが再生成される（段階 509）。

【0043】

バックワード代替計算部 250 はトライアングュラマトリックス拡張部 240 から発生したトライアングュラマトリックス領域とメッセージビットとを用いてバックワード代替計算を行うことによってパリティ情報を演算し、下位パリティ計算部 260 はガウスエリミネーション演算方法または式（1）で表示された既存方法により対角化されていない部分に対応するパリティビットの値を計算する（段階 510）。

20

【0044】

したがって、本発明は迅速なエンコーディングを必要とする応用分野に効率よく適用できる。

【産業上の利用可能性】

【0045】

本発明は低密度パリティチェックマトリックスを用いたパリティ情報生成方法であって、低密度パリティチェックエンコーディングを用いるデータ記録及び再生分野に利用できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図 1】従来のエラー訂正のための付加情報を発生させるための H マトリックス構造図である。

【図 2】本発明による低密度付加情報発生用のマトリックスを用いたエラー訂正装置の一実施例に係るブロック図である。

【図 3 A】図 2 に示されたカラム整列部でパリティチェックマトリックスを再構成する過程を説明するための図である。

【図 3 B】図 2 に示されたカラム整列部でパリティチェックマトリックスを再構成する過程を説明するための図である。

40

【図 3 C】図 2 に示されたカラム整列部でパリティチェックマトリックスを再構成する過程を説明するための図である。

【図 4 A】本発明に係るエラー訂正のための付加情報を発生させるための H マトリックス構造図である。

【図 4 B】本発明に係るエラー訂正のための付加情報を発生させるための H マトリックス構造図である。

【図 4 C】本発明に係るエラー訂正のための付加情報を発生させるための H マトリックス構造図である。

【図 4 D】本発明に係るエラー訂正のための付加情報を発生させるための H マトリックス

50

構造図である。

【図 5】本発明による低密度付加情報発生用のマトリックスを用いたエラー訂正方法の一実施例に係るフローチャートである。

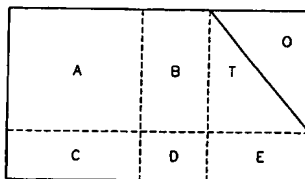
【符号の説明】

【0047】

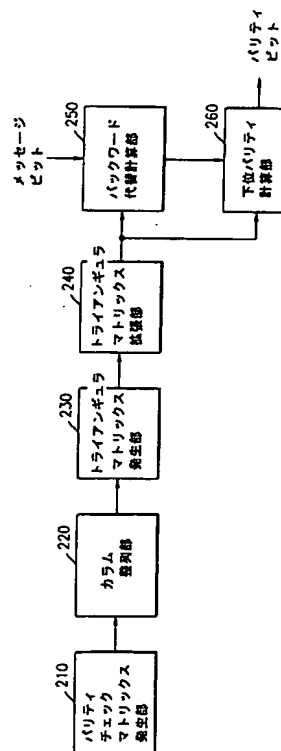
- 210 パリティチェックマトリックス発生部
- 220 カラム再整列部
- 230 トライアングラマトリックス発生部
- 240 トライアングラマトリックス拡張部
- 250 バックワード代替計算部
- 260 下位パリティ計算部

10

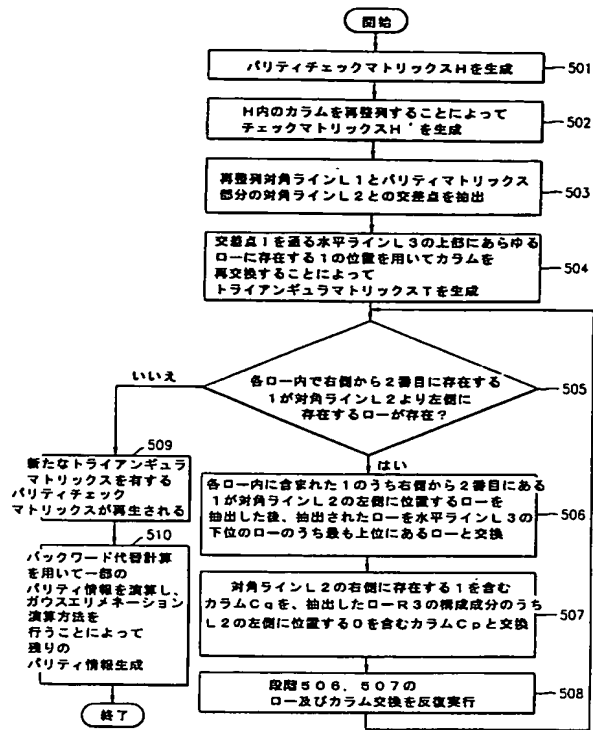
【図 1】



【図 2】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 韓 声 休

大韓民国ソウル特別市松坡区文井2洞150番地 ファミリー1団地アパート102棟1006号

(72)発明者 朴 仁 植

大韓民国京畿道水原市靈通区靈通洞971-1番地 シンナムシル建栄アパート664棟803号

(72)発明者 李 胤 雨

大韓民国京畿道水原市靈通区靈通洞989-2番地 現代アパート725棟503号

Fターム(参考) 5B001 AA13 AB03 AC03 AD06

5J065 AA01 AB01 AC01 AD01 AE06 AF03 AH01

【要約の続き】

【選択図】 図2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.